

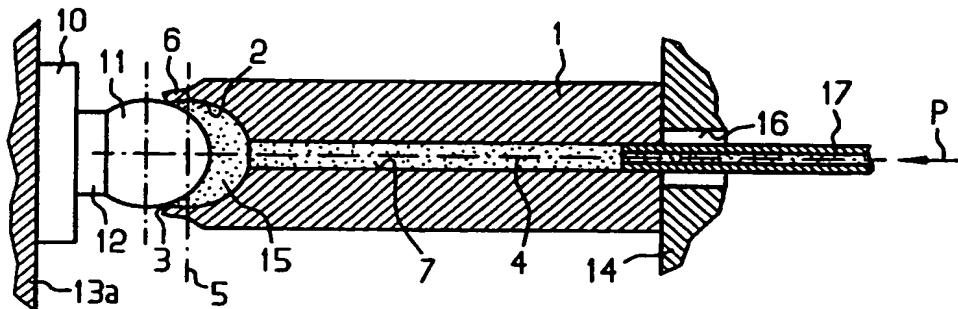
(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <b>F01B 3/00, F04B 1/12</b>		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/42949</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>1. Oktober 1998 (01.10.98)</b>
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP98/01687</b>		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: <b>23. März 1998 (23.03.98)</b>			
(30) Prioritätsdaten: 197 12 838.6 26. März 1997 (26.03.97) DE 197 16 880.9 22. April 1997 (22.04.97) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BRUEN- INGHAUS HYDROMATIK GMBH [DE/DE]; Glockeraus- trasse 2, D-89275 Elchingen (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HÜHN, Bernd [DE/DE]; Lerchenweg 16, D-89275 Elchingen (DE). LOTTER, Manfred [DE/DE]; Am Steg 6, D-89231 Neu-Ulm (DE). KUNZE, Thomas [DE/DE]; Finkenweg 7, D-89297 Roggensburg (DE). STÖLZER, Rainer [DE/DE]; Mar- garethenweg 5, D-89291 Neu-Ulm (DE).			
(74) Anwalt: KÖRFER, Thomas; Mitscherlich & Partner, Sonnen- strasse 33, D-80331 München (DE).			

(54) Title: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A BALL JOINTED CONNECTION

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER KUGELGELENKVERBINDUNG

## (57) Abstract

The invention relates to a method for the production of a ball jointed connection between a guide shoe (10) and a cylinder piston (1) of a piston machine. A spherical cap-shaped recess (2) is first of all formed on the cylinder piston (1) and/or the guide shoe (10), whereby the recess (2) is undercut in such a way that the spherical cap-shaped recess (2) comprises a solid angle area ( $\alpha$ ) of over  $180^\circ$ , and the diameter (D) in the region of the equator plane (5) is greater than the diameter (d) of the recess (2). Furthermore, a spherical head (11) is formed on the corresponding counterpart, that is the guide shoe (10) and/or the cylinder piston (1). In accordance with a first version of the invention, the spherical head (11) is pushed into the spherical cap-shaped recess (2) in such a way that the edge area (6) surrounding the spherical cap-shaped recess (2) is elastically deformed when the spherical head (11) is pushed in, and the surrounding edge area (6) grips behind the spherical head (11). Alternatively, the spherical head (11) has a flattening (20) which is plastically deformed after introduction of the spherical head (11) into the recess (2).



**(57) Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Kugelgelenkverbindung zwischen einem Gleitschuh (10) und einem Zylinderkolben (1) einer Kolbenmaschine. Dabei wird zunächst an dem Zylinderkolben (1) bzw. dem Gleitschuh (10) eine sphärische, kalottenförmige Ausnehmung (2) geformt, wobei die Ausnehmung (2) so hinterschnitten ist, daß die kalottenförmige Ausnehmung (2) einen Raumwinkelbereich ( $\alpha$ ) von mehr als  $180^\circ$  umfaßt und der Durchmesser (D) im Bereich der Äquatorebene (5) größer ist als der Durchmesser (d) der Ausnehmung (2). Ferner wird an dem entsprechenden Gegenstück, also dem Gleitschuh (10) bzw. dem Zylinderkolben (1) ein sphärischer Kugelkopf (11) ausgeformt. Entsprechend einer ersten erfindungsgemäßen Lösung wird der Kugelkopf (11) in die kalottenförmige Ausnehmung (2) so eingedrückt, daß der die kalottenförmige Ausnehmung (2) umgebende Randbereich (6) beim Eindrücken des Kugelkopfes (11) elastisch verformt wird und der umgebende Randbereich (6) den Kugelkopf (11) hintergreift. Entsprechend einer alternativen erfindungsgemäßen Lösung weist der Kugelkopf (11) eine Abflachung (20) auf, die nach Einführen des Kugelkopfes (11) in die Ausnehmung (2) plastisch verformt wird.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun			PT	Portugal		
CN	China	KR	Republik Korea	RO	Rumänien		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SG	Singapur		
EE	Estland	LR	Liberia				

## Verfahren zum Herstellen einer Kugelgelenkverbindung

Die Erfundung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Kugelgelenkverbindung  
5 zwischen einem Gleitschuh und einem Zylinderkolben einer Kolbenmaschine, insbesondere  
einer Axialkolbenmaschine.

Bei Axialkolbenmaschinen in Schrägscheibenbauweise stützen sich die in  
10 Zylinderbohrungen bewegbaren Zylinderkolben über jeweils einen Gleitschuh an der  
Gleitfläche einer Schrägscheibe ab. Dabei ist es üblich, die Zylinderkolben mit den  
Gleitschuhen mittels einer Kugelgelenkverbindung zu verbinden, um in jeder  
Schrägstellung der Schrägscheibe eine flächige Anlage der Gleitsohle der Gleitschuhe an  
der Gleitfläche der Schrägscheibe zu gewährleisten.

15 Bei der Herstellung der Kugelgelenkverbindung ist es weitgehend üblich, den an dem  
Gleitschuh oder dem Zylinderkolben angeformten Kugelkopf in eine abgerundete  
Ausnehmung des entsprechenden Gegenstücks, also des Zylinderkolbens bzw. Gleitschuhs,  
einzusetzen. Die Ausnehmung ist dabei nur in einem Raumwinkelbereich von etwa 180°  
20 als Halb-Hohlkugel abgerundet. An diesem halbkugelförmigen Bereich der Ausnehmung  
schließt sich ein hohlzylindrischer Bereich an, der an einer Öffnung ausmündet. Der  
Öffnungsdurchmesser an der Öffnung der Ausnehmung entspricht dem Durchmesser im  
Bereich der Äquatorebene des halb-hohlkugelförmigen Bereichs der Ausnehmung. Beim  
Zusammenfügen des Gleitschuhs und des Zylinderkolbens wird der an einem der beiden  
25 Teile angeformte Kugelkopf in die Ausnehmung eingeführt und in der Ausnehmung  
formschlüssig verankert. Dies ist notwendig, damit über die Kugelgelenkverbindung  
während des Saughubs der Kolbenmaschine eine entsprechende Zugkraft übertragbar ist.

Bei einem gängigen Verfahren zur Verbindung des Kugelkopfs mit der korrespondierenden  
Ausnehmung wird nach Einführen des sphärischen Kugelkopfs der den Kugelkopf im  
30 Bereich der Öffnung der Ausnehmung umgebende Randbereich, z. B. mittels Walzen,  
umgebördelt. Ein solches Verfahren geht beispielsweise aus der DE-OS 1 776 027 hervor.  
Aus der DE-AS 21 32 252 ist es dagegen bekannt, daß zur Verankerung des Kugelkopfes  
des Gleitschuhs in der Ausnehmung des Zylinderkolbens ein Sperring eingesetzt wird, der  
sich gegen eine Innenfläche der Ausnehmung abstützt. Die beiden vorstehend genannten  
35 Verfahren sind relativ aufwendig und in der Serienfertigung mit relativ hohen Fertigungs-  
und Montagekosten verbunden.

Die plastische Verformung des Zylinderkolbens in dem die kalottenförmige Ausnehmung umgebenden Randbereich ist insofern mit Nachteilen behaftet, als der Kolben z. B. durch Nitrieren und einer Wärmebehandlung einer speziellen Härtung unterworfen wird, um die Verschleißfestigkeit zu verbessern. Diese Härtung steht jedoch einer nachfolgenden

5 plastischen Verformung entgegen, so daß der die kalottenförmige Ausnehmung umgebende Bereich von der Wärmebehandlung ausgespart werden muß, was einen erheblichen Mehraufwand bedeutet. Ferner besteht das Problem, daß die zur Verformung des in der Regel aus Stahl gefertigten Zylinderkolbens erforderliche hohe Preßkraft zu einer unerwünschten Mitverformung des zur Verbesserung der Gleiteigenschaften aus einer 10 Kupfer- oder Bronzelegierung bestehenden Kugelkopfes des Gleitschuhs führt. In der Praxis ist es daher erforderlich, den Gleitschuh zweiteilig mit einem aus einer Kupfer- oder Bronzelegierung gefertigten Gleitteil und einer in dieses eingesetzten Stahlkugel auszubilden.

15 In jedem Fall ist für die Umbördelung ein zusätzlicher, aufwendiger Arbeitsschritt erforderlich. Das Einsetzen eines Sperrings zur Verriegelung des Kugelkopfes erhöht die Anzahl der für die Montage notwendigen Teile und hat sich aufgrund des hohen Montage- und Fertigungsaufwands in der Praxis nicht bewährt.

20 Aus der DE 42 14 765 A1 ist es bekannt, den Kugelkopf der Gleitschuhe mit einer bezüglich der Längsachse der Gleitschuhe abgewinkelten Abflachung zu versehen. Nach Einsetzen des Kugelkopfs in die Ausnehmung des Zylinderkolbens ist es möglich, den Kugelkopf in der Ausnehmung so zu verkanten, daß dieser aus der Ausnehmung nicht herausgezogen werden kann. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß die 25 Grenzfläche zwischen dem Kugelkopf des Gleitschuhs und der Ausnehmung des Zylinderkolbens im Bereich der Kanten des Kugelkopfs einem erhöhten Verschleiß unterworfen ist. Ferner ist die Auflagefläche durch die Abflachung deutlich verringert. Des weiteren ist der Schwenkwinkel, welchen die Schrägscheibe gegenüber der Zylindertrommel einnehmen kann, erheblich begrenzt. Dieses Verfahren ist insbesondere 30 bei Axialkolbenmaschinen mit in beiden Schwenkrichtungen verschwenkbaren Schrägscheiben nicht anwendbar.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen einer Kugelgelenkverbindung zwischen einem Gleitschuh und einem Zylinderkolben einer 35 Kolbenmaschine anzugeben, welches eine rationelle und kostengünstige Serienfertigung ermöglicht.

Die Aufgabe wird sowohl durch die Merkmale des Anspruchs 1 als auch durch die Merkmale des Anspruchs 5 oder 13 gelöst.

Der Lösung nach Anspruch 1 liegt die Erkenntnis zugrunde, daß ein kostengünstiges  
5 Zusammenfügen des Kugelgelenks dadurch erreicht werden kann, daß der die Ausnehmung umgebende Randbereich bei dem Zusammenfügen elastisch verformt wird und der Kugelkopf in die Ausnehmung nach Art eines Schnapp-Verschlusses eingedrückt wird.

10 Die Ansprüche 2 bis 4 betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Lösung nach Anspruch 1.

Entsprechend Anspruch 2 ist es vorteilhaft, daß die elastische Spannungsverteilung beim Eindrücken des Kugelkopfes in die kalottenförmige Ausnehmung radial möglichst  
15 gleichmäßig verteilt ist. Nach Anspruch 3 kann das Eindrücken des Kugelkopfes in die Ausnehmung dadurch erleichtert werden, daß die Ausnehmung über eine in dem Gleitschuh oder dem Zylinderkolben vorgesehene Bohrung mit einem flüssigen oder gasförmigen Druckmedium beaufschlagt wird. Auf diese Weise wird eine elastische Aufweitung des Randbereichs der Ausnehmung erzielt. Die elastische Verformung des die  
20 Ausnehmung umgebenden Randbereichs kann entsprechend Anspruch 4 auch dadurch begünstigt werden, daß in dem Randbereich radial verlaufende Schlitze vorgesehen sind.

Der Lösung nach Anspruch 5 liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die Kugelgelenkverbindung auch dadurch kostengünstig und einfach herstellbar ist, daß der Kugelkopf zunächst mit einer Abflachung ausgebildet ist, um den Kugelkopf in die  
25 hintereschnittene Ausnehmung einzuführen. Nach dem Einführen des Kugelkopfes wird dieser plastisch verformt. Im Unterschied zu der aus dem Stand der Technik bekannten Umbördelung ist es dabei vorteilhaft, wenn der Kugelkopf aus einem leicht verformbaren Material, z. B. einer Kupfer- oder Bronzelegierung, die üblicherweise zur Ausbildung der  
30 Gleitschuhe verwendet wird, besteht. Ferner ist es vorteilhaft, wenn die die Matrize bildende Ausnehmung in einem gehärteten Material ausgebildet ist, so wie dies üblicherweise für Zylinderkolben verwendet wird. Eine plastische Verformung des Kugelkopfes ist daher an die gegebenen Materialeigenschaften besser angepaßt, als das aus den Stand der Technik bekannte Umbördeln des Randbereichs der Ausnehmung.

35

Die Ansprüche 6 bis 12 betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Lösung nach Anspruch 5.

Nach Anspruch 9 kann der Kugelkopf von einer Längsbohrung durchsetzt sein, die zur plastischen Verformung des Kugelkopfes mit einem flüssigen oder gasförmigen Druckmedium beaufschlagt wird, um den Werkstoff des Kugelkopfes radial zu verdrängen. Alternativ kann das Material jedoch auch mittels eines in die Längsbohrung eingeführten Stemmdorns gemäß Anspruch 10 verdrängt werden. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Längsbohrung entsprechend Anspruch 11 einen innenseitigen Überstand aufweist, der gemäß der Weiterbildung nach Anspruch 8 beim Verformen des Kugelkopfes mitgeformt werden kann.

10 Der Lösung nach Anspruch 13 liegt die Erkenntnis zugrunde, daß ein kostengünstiges Zusammenfügen des Kugelgelenks dadurch erreicht werden kann, daß der die Ausnehmung umgebende Randbereich und/oder der Kugelkopf vor dem Zusammenfügen thermisch verformt wird, der Kugelkopf in die Ausnehmung eingeführt wird und durch Temperaturangleichung des Kugelkopfs und des die Ausnehmung umgebenden Randbereichs die gewünschte hintergreifende Verbindung entsteht.

15

Der Anspruch 14 betrifft eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung. Die thermische Verformung läßt sich mit einer elastischen Verformung kombinieren.

20 Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigen

25 Fig. 1A einen zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorbereiteten Zylinderkolben entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 1B die Zusammenfügung von Kugelkopf und kalottenförmiger Ausnehmung unter Zuhilfenahme eines Druckmediums;

30 Fig. 1C die fertige Kugelgelenkverbindung mit einem gleitschuhseitigen Kugelkopf, der in eine zylinderkolbenseitige Ausnehmung eingreift;

Fig. 2 eine fertige Kugelgelenkverbindung mit einem zylinderkolbenseitigen Kugelkopf, die in eine gleitschuhseitige Ausnehmung eingreift;

35 Fig. 3 eine Ansicht des in Fig. 1A dargestellten Zylinderkolbens in axialer Richtung mit einer erfindungsgemäßen Weiterbildung;

Fig. 4A einen für das erfindungsgemäße Verfahren vorbereiteten Gleitschuh entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel;

5 Fig. 4B einen für das erfindungsgemäße Verfahren vorbereiteten Zylinderkolben entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel;

Fig. 4C die Verbindung des in Fig. 4A dargestellten Gleitschuhs mit dem in Fig. 4B dargestellten Zylinderkolben;

10 Fig. 4D einen vorgefertigten Gleitschuh mit einer Rollvorrichtung zum Umformen des Gleitschuhs in eine der Fig. 4A entsprechenden Form;

Fig. 5A einen für das erfindungsgemäße Verfahren vorbereiteten Gleitschuh entsprechend einem dritten Ausführungsbeispiel;

15 Fig. 5B einen für das erfindungsgemäße Verfahren vorbereiteten Zylinderkolben entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel;

Fig. 5C die Verbindung des in Fig. 5A dargestellten Gleitschuhs mit dem in Fig. 5B dargestellten Zylinderkolben; und

20 Fig. 6 eine fertige Kugelgelenkverbindung mit einem gleitschuhseitigen Kugelkopf, der in eine zylinderkolbenseitige Ausnehmung eingreift, entsprechend einem vierten Ausführungsbeispiel.

25 Fig. 1A zeigt einen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorbereiteten Zylinderkolben 1. Der Zylinderkolben 1 ist in an sich bekannter Weise in einer Zylinderbohrung der Kolbenmaschine, die bei einer Axialkolbenmaschine in Schrägscheibenbauweise z. B. in einer rotierenden Zylindertrommel angeordnet ist, bewegbar.

30

Der Zylinderkolben 1 weist an einem seiner Enden eine sphärische, kalottenförmige bzw. teilkugelförmige Ausnehmung 2 auf. Die kalottenförmige Ausnehmung 2 ist an der Stirnseite des Zylinderkolbens 1 an einer Öffnung 3 geöffnet. Erfindungswesentlich ist die Ausnehmung 2 dabei so hintschnitten, daß die kalottenförmige Ausnehmung 2 einen Raumwinkelbereich von mehr als  $180^\circ$  umfaßt ( $\alpha > 180^\circ$ ). Anders ausgedrückt ist der Durchmesser d der Öffnung 3 kleiner bemessen als der Durchmesser D der Ausnehmung 2 im Bereich der sich senkrecht zu der Längsachse 4 erstreckenden Äquatorebene 5. Zur

Verdeutlichung sind der Öffnungsdurchmesser d und der Durchmesser D der Ausnehmung 2 im Bereich der Äquatorebene 5 in Fig. 1A eingezeichnet. Zwischen der Äquatorebene 5 und der Öffnung 3 weist die kalottenförmige Ausnehmung 2 einen elastisch verformbaren Randbereich 6 auf. Der Zylinderkolben 1 kann homogen aus einem elastischen, schwer verformbaren Material, insbesondere mittels einer Wärmebehandlung aus nitriertem Stahl gefertigt sein. Im Gegensatz zu dem aus dem Stand der Technik bekannten Umbördelungsverfahren, kommt es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht auf die plastische Verformbarkeit des Randbereichs 6 an. Der Zylinderkolben 1 kann bei der Nitrierung daher einer homogenen, gleichmäßigen Wärmebehandlung unterworfen werden, ohne daß der Randbereich 6 der Ausnehmung 2 von dieser Behandlung ausgenommen werden muß und ein dafür notwendiger Mehraufwand notwendig würde.

Die kalottenförmige Ausnehmung 2 ist in an sich bekannter Weise über eine Längsbohrung 7 mit der nicht dargestellten Zylinderbohrung der Kolbenmaschine verbunden, um über eine in dem zugehörigen Gleitschuh ebenfalls vorgesehene Längsbohrung einen Druckmittelfluß zu der Gleitsohle des Gleitschuhs zu ermöglichen und so eine Schmierwirkung und eine hydraulische Entlastung zu bewirken.

Fig. 1B zeigt den Verfahrensschritt des Eindrückens des an dem Gleitschuh 10 über einen Kragenabschnitt 12 angeformten Kugelkopfes 11. Der Kugelkopf 11 ist in Form einer Teilkugel sphärisch ausgeformt, wobei der Durchmesser des Kugelkopfes 11, abgesehen von einem geringfügigen Lagerspiel, mit dem äquatorialen Durchmesser D der kalottenförmigen Ausnehmung 2 übereinstimmt.

Zum Eindrücken des Kugelkopfes 11 in die kalottenförmige Ausnehmung 2 des Zylinderkolbens 1 ist die Anordnung bestehend aus dem Gleitschuh 10 und dem Zylinderkolben 1 zwischen zwei Klemmbacken 13 und 14 eingespannt, die beim Eindrücken des Kugelkopfes 11 in die kalottenförmige Ausnehmung 2 aufeinander zu bewegt werden. Dabei stützt sich der Gleitschuh 10 an der ersten Klemmbacke 13 und der Zylinderkolben 1 an der zweiten Klemmbacke 14 ab. Während des Eindrückens des Kugelkopfes 11 in die kalottenförmige Ausnehmung 2 wird der die kalottenförmige Ausnehmung 2 im Bereich zwischen der Öffnung 3 und der Äquatorebene 5 umgebende Randbereich 6 elastisch verformt bzw. aufgeweitet, so daß der Randbereich 6 den Kugelkopf 11 hintergreift. Der fertige Montagezustand ist in der Fig. 1C dargestellt.

35

Zur Erleichterung der Aufweitung des die kalottenförmige Ausnehmung 2 umgebenden Randbereichs 6 kann die kalottenförmige Ausnehmung 2 mit einem flüssigen oder gasförmigen Druckmedium 15 beaufschlagt werden. Diese Maßnahme stellt jedoch nur

eine nicht zwingende Weiterbildung der Erfindung dar. Dazu ist über eine Bohrung 16 in der zweiten Klemmbacke 15 eine Rohrleitung 17 in die Längsbohrung 7 des Zylinderkolbens 1 eingeführt. Über die Rohrleitung 17 und die Längsbohrung 7 wird das flüssige oder gasförmige Druckmedium 15, z. B. ein Hydrauliköl oder Preßluft, der 5 kalottenförmigen Ausnehmung 2 zugeführt, um die Aufweitung des Randbereichs 6 zu erleichtern. In gleicher Weise ist es auch möglich, das Druckmedium über eine nicht dargestellte Bohrung in dem Gleitschuh 10 der kalottenförmigen Ausnehmung 2 zuzuführen.

10 Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer umgekehrten Kugelgelenkverbindung, wobei der Kugelkopf 11 über einen Halsabschnitt 12 an dem Zylinderkolben 1 angeformt ist und die kalottenförmige, sphärische Ausnehmung 2 an dem Gleitschuh 10 vorgesehen ist. Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich für eine derart ausgebildete Kugelgelenkverbindung in gleicher Weise, wobei auch in diesem Fall der die sphärische 15 Ausnehmung 2 umgebende Randbereich 6 beim Eindrücken bzw. Einsetzen des Kugelkopfes 11 elastisch verformt wird.

Fig. 3 zeigt eine Sicht auf die an dem Zylinderkolben 1 vorgesehene sphärische Ausnehmung 2 entlang der Längsachse 4. Zu erkennen ist der die sphärische Ausnehmung 20 2 umgebende Randbereich 6 und die Längsbohrung 7. Entsprechend einer aus Fig. 3 zu ersehenden Weiterbildung der Erfindung ist der die kalottenförmige Ausnehmung 2 umgebende Randbereich 6 mit gleichmäßig verteilten, radialen Schlitten 20a versehen. Die 25 Schlitte 20a dienen der Erleichterung der elastischen Aufweitung des Randbereichs 6. Die Schlitte 20a sind jedoch keinesfalls zwingend erforderlich. Mit 13a ist eine Schrägscheibe bezeichnet, an der sich der Gleitschuh 10 abstützt.

Die Fig. 4A bis 4C sowie 4D einerseits und die Fig. 5A bis 5C andererseits zeigen zwei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens, daß von einem modifizierten Konzept ausgeht. Soweit möglich werden mit den Fig. 1A bis 1C übereinstimmende 30 Bezugszeichen verwendet.

Der Zylinderkolben 1 ist wie aus den Figuren 4B und 5B zu erkennen in gleicher Weise wie in Fig. 1A ausgebildet. Die sphärische, kalottenförmige Ausnehmung 2 ist auch bei diesem Ausführungsbeispiel hinterschnitten, so daß die kalottenförmige Ausnehmung 2 einen Raumwinkelbereich  $\alpha$  von mehr als  $180^\circ$  umfaßt ( $\alpha > 180^\circ$ ). Der Durchmesser D im Bereich der Äquatorebene 5 ist daher größer bemessen als der Öffnungs durchmesser d der Ausnehmung 2. Auf der Seite des Zylinderkolbens 1 besteht daher kein wesentlicher Unterschied zu dem bereits anhand der Figuren 1A bis 1C erläuterten Ausführungsbeispiel

unabhängig von der Streckgrenze des Materials, deshalb ist ein größerer Raumwinkel  $\alpha$  bzw. kleiner Öffnungs durchmesser d realisierbar.

Der an dem in den Fig. 4A, 4D und 5A dargestellten Gleitschuh 10 angeformte Kugelkopf 11 weist jedoch eine um die Längsachse 21 des Gleitschuhs 10 umlaufende Abflachung 20 auf, deren Durchmesser  $d'$  mit dem Öffnungs durchmesser d der Ausnehmung 2 entweder in etwa übereinstimmt oder kleiner als der Öffnungs durchmesser d bemessen ist. Der Kugelkopf 11 lässt sich daher in die Ausnehmung 2 ohne weiteres einführen. Nachdem der Kugelkopf 11 die Ausnehmung 2 eingeführt ist, wird dieser plastisch so verformt, daß die Abflachung 20 beseitigt wird und die aus Fig. 4C und 5C ersichtliche Außenoberfläche 22 des Kugelkopfes 11 an die sphärische Innenoberfläche 23 der kalottenförmigen Ausnehmung 2 angepaßt ist. Die Fig. 4C und 5C zeigen den ausgeformten Endzustand des in die Ausnehmung 2 eingesetzten Kugelkopfes 11.

Bei den in den Fig. 4A bis 4C sowie 4D dargestellten Ausführungsbeispielen weist eine für die Zuleitung des Druckmediums an die Gleitsohle 24 des Gleitschuhs 10 ohnehin benötigte Längsbohrung 25 eine Verengung in Form eines innenseitigen Überstands 26 auf. Durch Einführen eines in Fig. 4C dargestellten Stemmdorns 27 in die Längsbohrung 25 des Gleitschuhs 10 wird der Werkstoff des Kugelkopfes 11 radial nach außen verdrängt bis die Abflachung 20 beseitigt ist und die Außenoberfläche 22 des Kugelkopfes 11 an die Innen-Oberfläche 23 der kalottenförmige Ausnehmung 2 angepaßt ist. Dabei ist der Werkstoff des Kugelkopfes 11 vorzugsweise ein weicheres, leichter verformbareres Material als der Werkstoff des die Ausnehmung 2 umgebenden Randbereichs 6. Der die Ausnehmung 2 umgebende Randbereich 6 des Zylinderkolbens 1 wirkt dabei als Matrize für die Verformung des Kugelkopfes 11. Wie bereits vorstehend beschrieben, besteht der Gleitschuh aufgrund der zufordernden Gleiteigenschaften ohnehin aus einem weicheren, verformbareren Material, z. B. einer Kupfer- oder Bronzelegierung, als der aus einem gehärteten, z. B. nitrierten, Stahl bestehende Zylinderkolben 1. Die Verformung des Kugelkopfes 11 ist daher an die gegebenen Materialverhältnisse wesentlich besser angepaßt, als die aus dem Stand der Technik, z. B. in Form einer Umbördelung bekannte plastische Verformung des die kalottenförmige Ausnehmung 2 umgebenden Rundbereichs 6.

Die in Fig. 4D allgemein mit 31 bezeichnete Rollvorrichtung dient dazu, die Abflachung 20 spanlos und kalt am vorher runden Kugelkopf 11 anzuformen, nämlich durch Rollen mit der Rollvorrichtung 31, die wenigstens zwei bezüglich des Kugelkopfes 11 einander diametral gegenüberliegende Rollen 32a, 32b aufweist, die vorzugsweise einander gleich ausgebildet sind und an ihrer Mantelfläche jeweils eine Ringausnehmung 33 aufweisen,

deren konkave Form der konvexen Form der in Fig. 4A mit 34 bezeichneten Kugelzone umgekehrt entspricht. Die Rollen 32a, 32b weisen folglich jeweils einen zylindrischen Mantelflächenteil 33a auf, dessen Breite  $b$  der Breite der Abflachung 20 entspricht. An diesen zylindrischen Mantelflächenteil 33a schließen sich axial einander spiegelbildlich 5 zwei divergent und dabei kreisbogenabschnittsförmig gekrümmte Mantelflächenteile 33b, 33c als Rotationsflächen der zugehörigen Rolle an, deren Radius  $r$  dem Radius des Kugelkopfes 11 entspricht und deren Breite so groß bemessen ist, daß bei der Umformung des Kugelkopfes 11 die Kugelform neben den Rollen 32a, 32b aufgrund des von den Mantelflächenteilen aufgebrachten Gegendruckes nicht verformt und somit beibehalten 10 wird. Bei der vorliegenden Ausgestaltung erstreckt sich der dem First des Kugelkopfes zugewandte Mantelflächenteil 33c über einen Winkelbereich von etwa 5 bis 10° oder bis in die Nähe des Randes der Längsbohrung 25. Der dem Kragenabschnitt 12 zugewandte Mantelflächenteil 33b erstreckt sich bis zur Nähe oder bis in die Übergangskante 12a zwischen dem Kragenabschnitt 12 und der Kugelfläche. An die Mantelflächenteile 33b, 15 33c schließen sich axial zylindrische Mantelflächenteile 36 mit einer Breite von ein paar Millimetern an.

Die Rollen 32a, 32b sind durch einen nicht dargestellten Mechanismus bezüglich Ihres Achsabstandes verstellbar und außerdem ist ein nicht dargestellter Antrieb vorgesehen, der 20 eine Relativbewegung zwischen dem Kugelkopf 11 bzw. Gleitschuh 10 einerseits und den Rollen 32a, 32b andererseits erzeugt. Dabei ist es möglich, den Kugelkopf 11 bzw. Gleitschuh 10 oder die Rollen 32a, 32b als Einheit um die Längsachse 21 zu drehen. Beim 25 so stattfindenden Roll-Vorgang wird der Achsabstand zwischen den Rollen 32a, 32b durch eine ebenfalls nicht dargestellte Einstellvorrichtung soweit verringert, bis dazwischen die gewünschte abgeflachte Form des Kugelkopfes 11 erreicht ist. Hierbei wird durch die Materialverformung der innenseitige Überstand 26 (s. Fig. 4A) gleichzeitig ausgewölbt. Der vorbeschriebene Roll-Vorgang ist mit einem Walz-Vorgang vergleichbar und kann somit auch als Walz-Vorgang bezeichnet werden. Dies gilt auch für die Rollen 32a, 32b, 30 die als Walzen bzw. Formwalzen bezeichnet werden können. Es ist im Rahmen der Erfindung auch möglich, den Überstand 26 in anderer Weise herzustellen.

Die Um- bzw. Rückformung des Kugelkopfes nach Fig. 4D zwecks Beseitigung der Abflachung 20 erfolgt in entsprechender Weise, wie es anhand der Fig. 4C bereits beschrieben worden ist. Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, einen am 35 Zylinderkolben 1 angeordneten Kugelkopf 11 entsprechend umzuformen und rückzuformen.

Die Figuren 5A bis 5C zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens. Im Unterschied zu dem in Fig. 4A gezeigten Kugelkopf 11 weist der in Fig. 5A dargestellte Kugelkopf 11 den innenseitigen Überstand 26 nicht auf. In entsprechender Weise weist die Längsbohrung 25 des Gleitschuhs 10 nach der in Fig. 5C dargestellten 5 Verformung eine entsprechende radiale Erweiterung 30 auf. Die Verformung kann bei diesem Ausführungsbeispiel durch einen nicht dargestellten Spreizdorn oder aber durch ein gasförmiges, vorzugsweise flüssiges Druckmedium erzielt werden, mit welchem die Längsbohrung 25 des Gleitschuhs 10 des Kugelkopfes 11 beaufschlagt wird. Die radiale 10 Verformung kann aber auch durch einen axialen Stauvorgang des Kugelkopfes 11 erreicht werden.

Die Gelenkverbindung des vierten Ausführungsbeispiels nach Fig. 6, in der gleiche oder vergleichbare Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen sind, kann entsprechend der Ausgestaltung des ersten Ausführungsbeispiels nach den Fig. 1A bis 1C ausgebildet sein. 15 Diese Gelenkverbindung ist nach folgendem Verfahren hergestellt.

Vor dem Einführen des Kugelkopfes 11 in die kalottenförmige Ausnehmung 2 des Zylinderkolbens 1 wird der Zylinderkolben 1 erhitzt. Dabei kann eine Erhitzung im Bereich des die kalottenförmige Ausnehmung 2 umgebenden Randbereichs 6 ausreichen. 20 Der Zylinderkolben 1 kann jedoch auch homogen, gleichmäßig erhitzt werden. Alternativ oder zusätzlich wird der Kugelkopf 11 abgekühlt. Dies kann z.B. durch Eintauchen in ein geeignetes Kühlmittel, z.B. flüssigen Stickstoff geschehen. Während sich der Randbereich 6 der kalottenförmigen Ausnehmung 2 durch die Erhitzung aufweitet und sich daher der Öffnungs durchmesser  $d$  erweitert, zieht sich der Kugelkopf 11 bei einer Abkühlung 25 entsprechend zusammen, so daß sich der Kugelkopf-Durchmesser entsprechend verringert. Auf diese Weise ist es möglich den Kugelkopf 11 nahezu widerstandslos in die kalottenförmige Ausnehmung 2 einzuführen. Nachdem sich die Temperaturen des Randbereichs 6 der kalottenförmigen Ausnehmung 2 des Kugelkopfes 11 einander wieder angeglichen haben, ist der Kugelkopf 11 in der kalottenförmigen Ausnehmung 2 verankert, 30 indem der Randbereich 6 den Kugelkopf 11 hintergreift.

Die Verfahren nach den Fig. 4A bis 4D und nach den Fig. 5A bis 5C können selbstverständlich auch ohne weiteres miteinander und/oder mit der anhand der Fig. 1 bis 3 und/oder der Fig. 6 beschriebenen elastischen Verformungen kombiniert werden. 35 Letzteres dann, wenn die thermische Verformung nicht ausreichen sollte. Dabei ist jedoch die elastische Verformung verglichen mit dem Fall, in dem auf eine thermische Behandlung des Kugelkopfes 11 und des Randbereichs 6 der kalottenförmigen Ausnehmung 2 verzichtet wird, wesentlich geringer. An die elastischen Eigenschaften des

Werkstoffe des Zylinderkolbens 1 sind daher vergleichsweise geringerer Anforderungen zu stellen. Selbstverständlich kann das Verfahren in gleicher Weise auch dann zur Anwendung kommen, wenn der Kugelkopf 11 an den Zylinderkolben 1 und die sphärische, kalottenförmige Ausnehmung 2 an dem Gleitschuh 10 ausgebildet sind. Das 5 erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere dann bevorzugt anwendbar, wenn der Zylinderkolben 1 aus Stahl und der Gleitschuh 10 aus einer Buntmetall-Legierung besteht.

Ein Vorteil der thermischen Behandlung des Randbereichs 6 der sphärischen, kalottenförmigen Ausnehmung 2 und/oder des Kugelkopfes 11 ist insbesondere die 10 Unabhängigkeit von der Wandstärke des Randbereichs 6. Der Wandstärke des Randbereichs 6 kommt hingegen bei einer elastischen Verformung eine nicht unwesentliche Bedeutung zu. Ferner werden eine Gefügeveränderung, eine Materialverformung oder ein Aufweitungsverlust durch eine plastische Teilverformung, wie sie bei dem Verfahren mittels elastischer Verformung grundsätzlich denkbar sind, 15 vermieden.

Ein Unterschied zwischen der Gelenkverbindung nach Fig. 1A bis 1C einerseits und der Gelenkverbindung nach Fig. 6 andererseits kann darin bestehen, daß es bei der Ausgestaltung nach Fig. 6 keiner Verjüngung des Randbereichs 6 bedarf, die beim ersten 20 Ausführungsbeispiel durch eine den Randbereich 6 verjüngende Ringnut 37 am zugehörigen Ende des Zylinderkolbens 1 gebildet und mit 36 bezeichnet ist. Beim ersten Ausführungsbeispiel kann diese Verjüngung 36 dann erforderlich sein, wenn der Randbereich 6 eine radiale Dicke aufweist, die aus Gründen einer übermäßigen Festigkeit seine Aufweitung beim Verfahren nach dem ersten Ausführungsbeispiel erschwert. Beim 25 Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist eine solche Verjüngung nicht erforderlich, da aufgrund der Erwärmung auch ein radial dicker Randbereich 6 an der Ausdehnung beim Erwärmen und beim Zusammenziehen beim Erkalten problemlos teilnimmt.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele begrenzt. 30 Es sind eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten zur entweder elastischen Verformung des die kalottenförmige Ausnehmung 2 umgebenden Randbereichs 6 oder zur plastischen Verformung des Kugelkopfes 11 denkbar.

### Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Kugelgelenkverbindung zwischen einem Gleitschuh (10) und einem Zylinderkolben (1) einer Kolbenmaschine mit folgenden Verfahrensschritten:
  - Formen einer sphärischen, kalottenförmigen Ausnehmung (2) an dem Zylinderkolben (1) bzw. dem Gleitschuh (10), wobei die Ausnehmung (2) so hinterschnitten ist, daß die kalottenförmige Ausnehmung (2) einen Raumwinkelbereich ( $\alpha$ ) von mehr als  $180^\circ$  umfaßt und der Durchmesser (D) im Bereich der Äquatorebene (5) größer ist als der Öffnungsdurchmesser (d) der Ausnehmung (2),
  - Formen eines sphärischen Kugelkopfes (11) an dem Gleitschuh (10) bzw. dem Zylinderkolben (1), und
  - Eindrücken des Kugelkopfes (11) in die kalottenförmige Ausnehmung (2), wobei der die kalottenförmige Ausnehmung (2) umgebende Randbereich (6) beim Eindrücken des Kugelkopfes (11) elastisch verformt wird und den Kugelkopf (11) hintergreift.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß beim Eindrücken des Kugelkopfes (11) eine radial gleichmäßige, elastische Spannungsverteilung in dem die kalottenförmige Ausnehmung (2) umgebenden Randbereich (6) herrscht.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß beim Eindrücken des Kugelkopfes (11) eine Aufweitung des die kalottenförmige Ausnehmung (2) umgebenden Randbereichs (6) durch ein flüssiges oder gasförmiges Druckmedium (15) unterstützt wird, das über eine Bohrung (7) in dem Zylinderkolben (1) oder dem Gleitschuh (10) der kalottenförmigen Ausnehmung (2) zugeleitet wird und mit einem Druck (p) beaufschlagt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der die kalottenförmige Ausnehmung (2) umgebende Randbereich (6) zur Erleichterung der elastischen Verformung mit radial verlaufenden Schlitten (20a) versehen ist.

5. Verfahren zum Herstellen einer Kugelgelenkverbindung zwischen einem Gleitschuh (10) und einem Zylinderkolben (1) einer Kolbenmaschine mit folgenden Verfahrensschritten:

- Formen einer sphärischen, kalottenförmigen Ausnehmung (2) an dem Zylinderkolben (1) bzw. dem Gleitschuh (10), wobei die Ausnehmung (2) so hinterschnitten ist, daß die kalottenförmige Ausnehmung (2) einen Raumwinkelbereich ( $\alpha$ ) von mehr als  $180^\circ$  umfaßt und der Durchmesser (D) im Bereich der Äquatorebene (5) größer ist als der Öffnungsdurchmesser (d) der Ausnehmung (2),
- 5 - Vorformen eines sphärischen Kugelkopfes (11) an dem Gleitschuh (10) bzw. dem Zylinderkolben (1), so daß der Kugelkopf (11) parallel zu seiner Längsachse (21) eine Abflachung (20) aufweist und der Durchmesser (d') im Bereich der Abflachung (20) kleiner oder annähernd gleich dem Öffnungsdurchmesser (d) der kalottenförmigen Ausnehmung (2) ist,
- 10 - Einführen des Kugelkopfes (11) in die Ausnehmung (2), und
- 15 - plastisches Verformen des Kugelkopfes (11) bis die Abflachung (20) des Kugelkopfes (11) beseitigt ist und die Außen-Oberfläche (22) des Kugelkopfes (11) an die sphärische Innen-Oberfläche (23) der kalottenförmigen Ausnehmung (2) angepaßt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5,  
20 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Kugelkopf (11) beim Vorformen in seine die Abflachung (20) aufweisende Form spanlos und/oder kalt verformt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6,  
25 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Kugelkopf (11) durch Rollen in seine die Abflachung (20) aufweisende Form verformt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,  
30 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß beim Vorformen des Kugelkopfes (11) durch den dabei stattfindenden Materialfluß ein innenseitiger Überstand (26) in einer Längsbohrung (25) geformt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8,  
35 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Kugelkopf (11) von einer oder der Längsbohrung (25) durchsetzt ist, die zur plastischen Verformung des Kugelkopfes (11) mit einem flüssigen oder gasförmigen

Druckmedium beaufschlagt wird, um den Werkstoff des Kugelkopfes (11) radial zu verdrängen.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Kugelkopf (11) von einer oder der Längsbohrung (25) durchsetzt ist, in die zur plastischen Verformung des Kugelkopfes (11) ein Stemmdorn (27) eingeführt wird, welcher den Werkstoff der Kugelkopfes (11) radial verdrängt.
- 10 11. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Längsbohrung (25) einen oder den innenseitigen Überstand (26) aufweist, welcher durch den Stemmdorn (27) radial verdrängt wird.
- 15 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Kugelkopf (11) durch ein axiales Stauchen des Kugelkopfes (11) plastisch verformt wird.
- 20 13. Verfahren zum Herstellen einer Kugelgelenkverbindung zwischen einem Gleitschuh (10) und einem Zylinderkolben (1) einer Kolbenmaschine mit folgenden Verfahrensschritten:
  - Formen einer sphärischen, kalottenförmigen Ausnehmung (2) an dem Zylinderkolben (1) bzw. dem Gleitschuh (10), wobei die Ausnehmung (2) so hinterschnitten ist, daß die kalottenförmige Ausnehmung (2) einen Raumwinkelbereich von mehr als  $180^\circ$  umfaßt und der Durchmesser (D) im Bereich der Äquatorebene (5) größer ist als der Öffnungs durchmesser (d) der Ausnehmung (2),
  - Formen eines sphärischen Kugelkopfes (11) an dem Gleitschuh (10) bzw. dem Zylinderkolben (1), und
- 25 30 - Erhitzen zumindest des die kalottenförmige Ausnehmung (2) umgebenden Randbereichs (6) und/oder Kühlen des Kugelkopfes (11),
  - Einführen des Kugelkopfes (11) in die kalottenförmige Ausnehmung (2), wobei der die kalottenförmige Ausnehmung (2) umgebende Randbereich (6) nach dem Einführen des Kugelkopfes (11) den Kugelkopf (11) hintergreift, sobald sich die Temperaturen des Kugelkopfes (11) und des die kalottenförmige Ausnehmung (2) umgebenden Randbereichs (6) einander angeglichen haben.
- 35 14. Verfahren nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**

daß der die kalottenförmige Ausnehmung (2) umgebende Randbereich (6) zusätzlich beim Einführen des Kugelkopfes (11) elastisch verformt wird.

1/6

FIG 1A

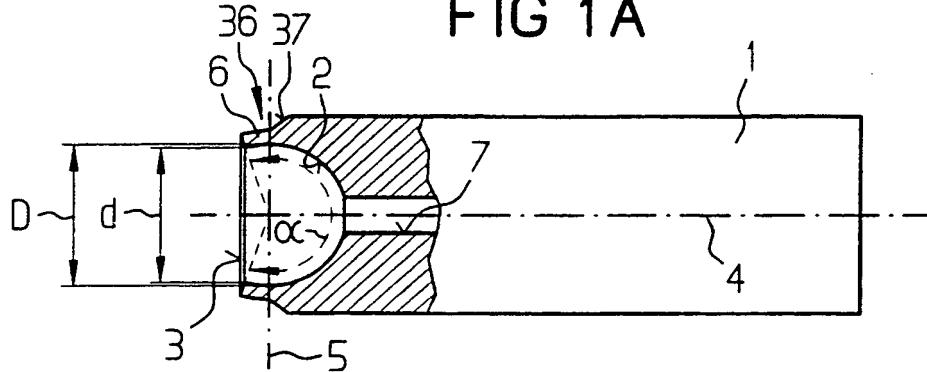


FIG 1B

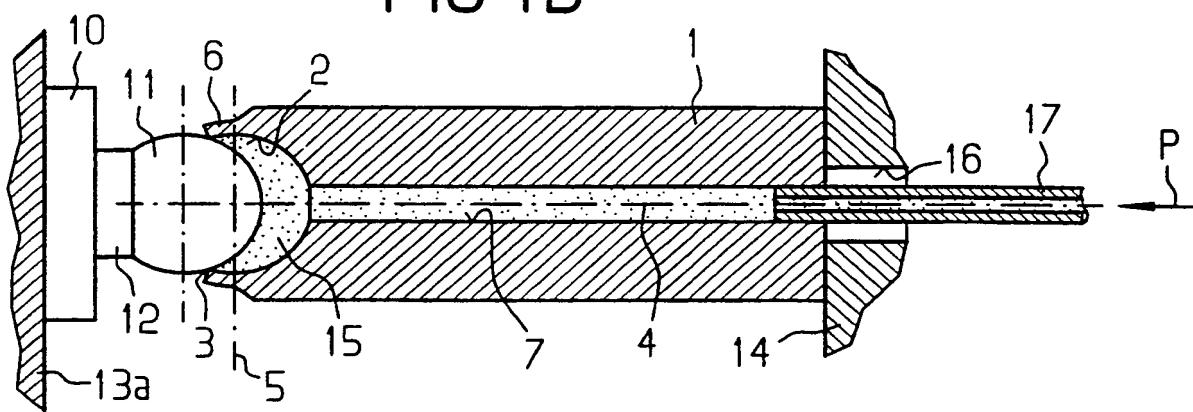
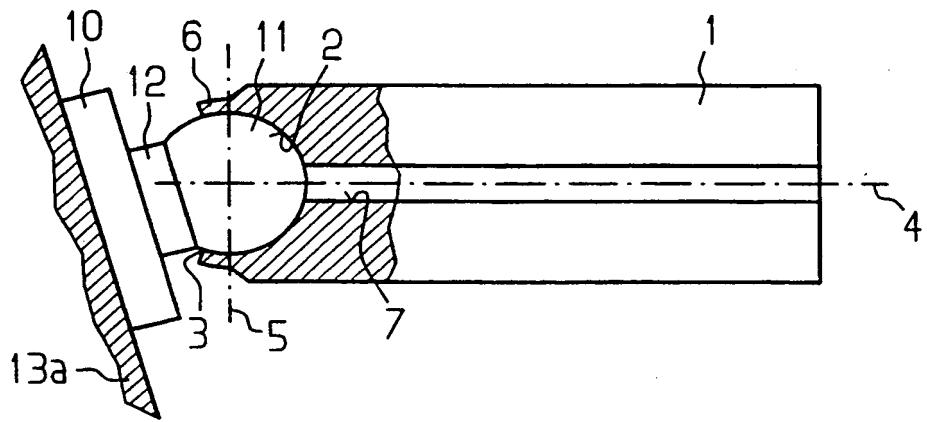


FIG 1C



2/6

FIG 2

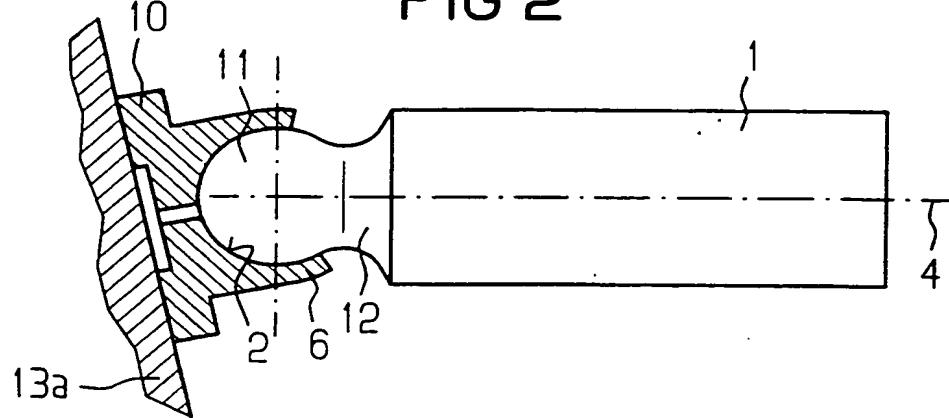
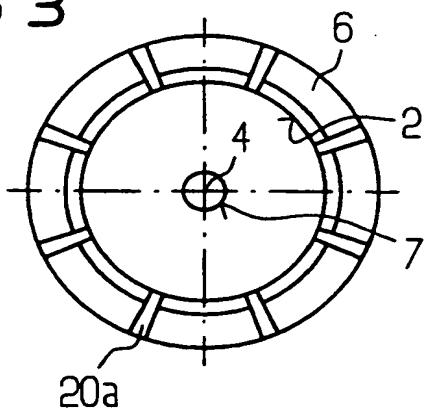


FIG 3



3/6

FIG 4A

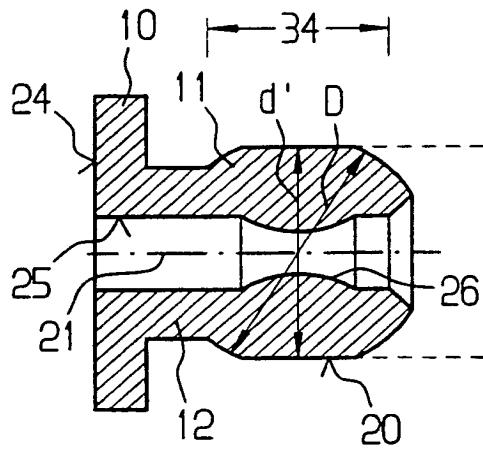


FIG 4B

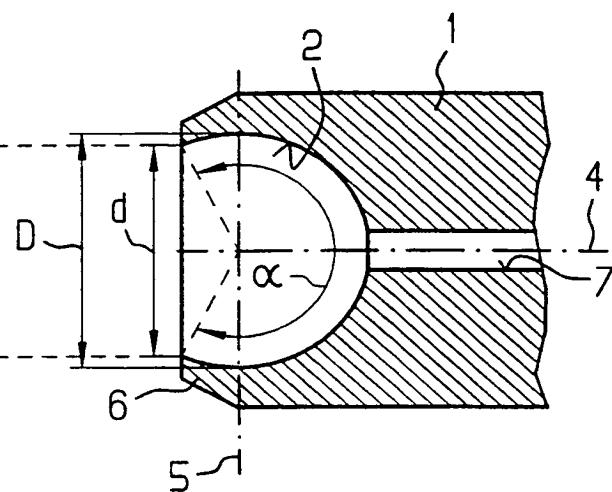
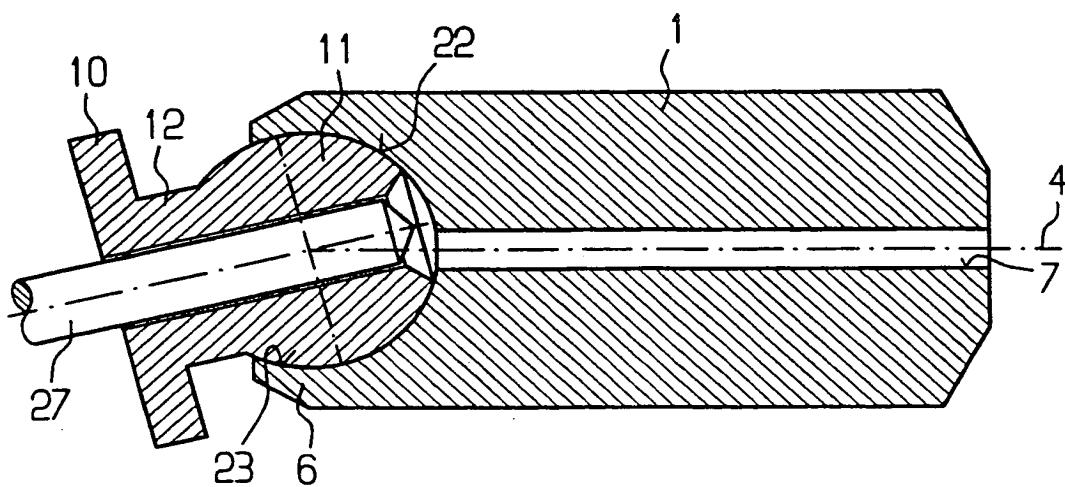
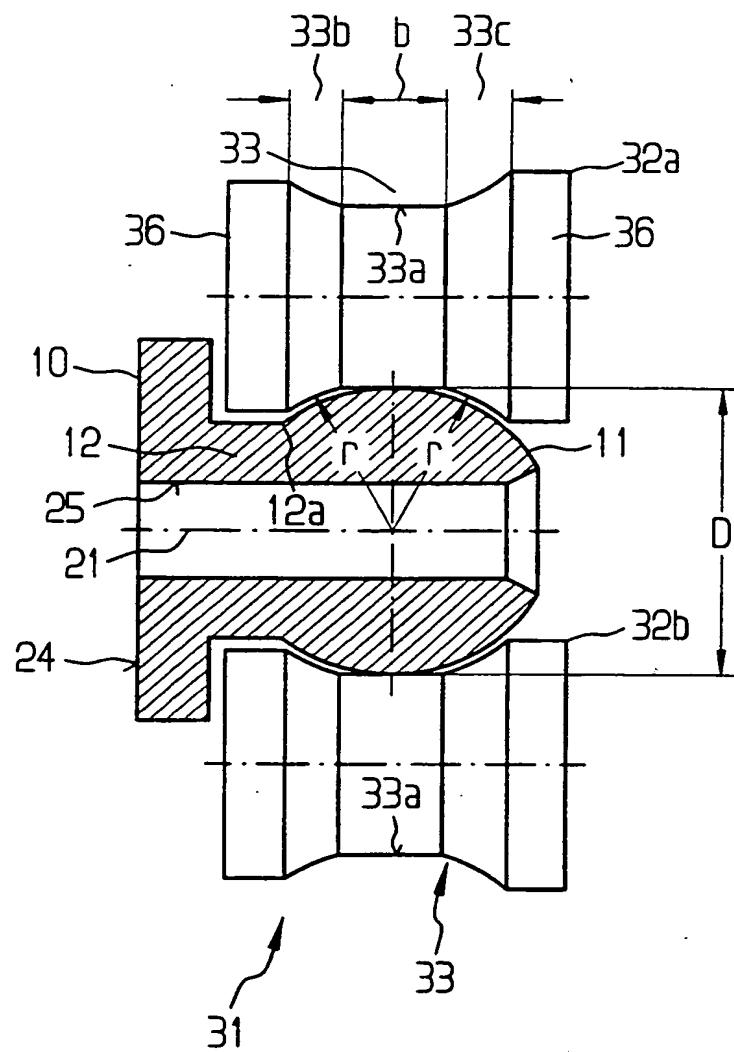


FIG 4C



4/6

FIG 4D



5/6

FIG 5A

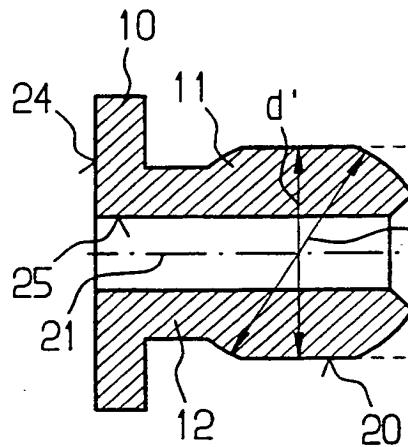


FIG 5B

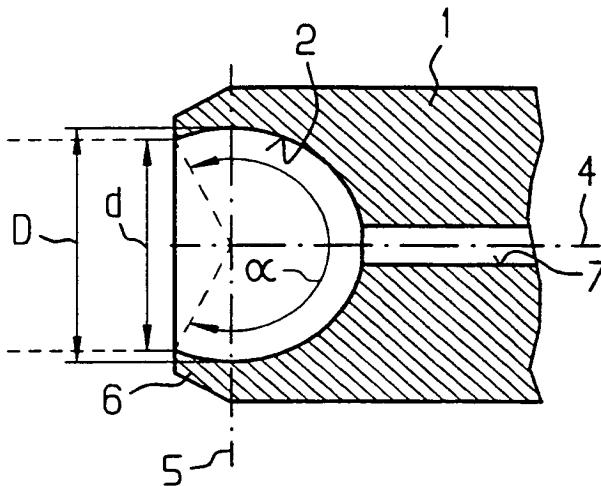
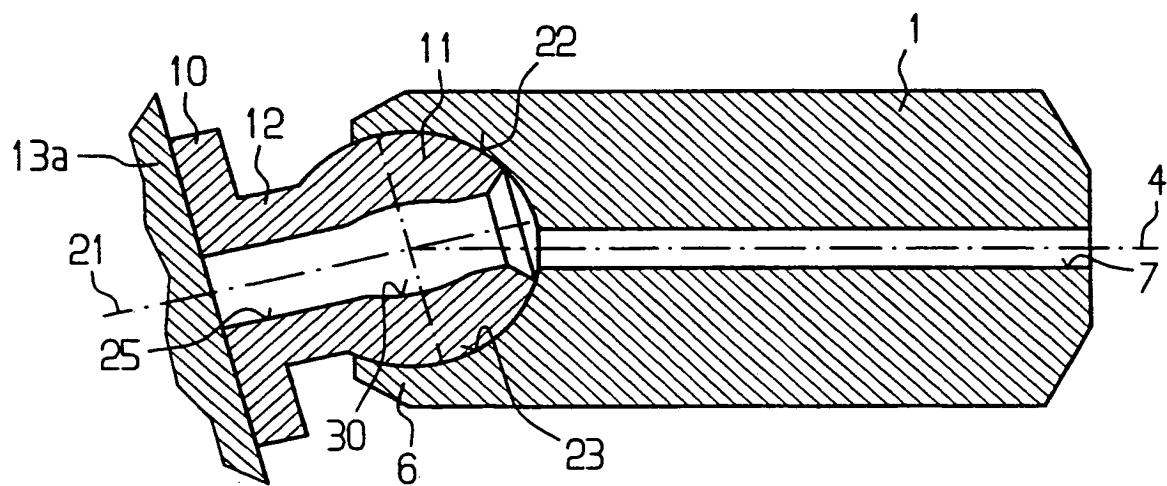
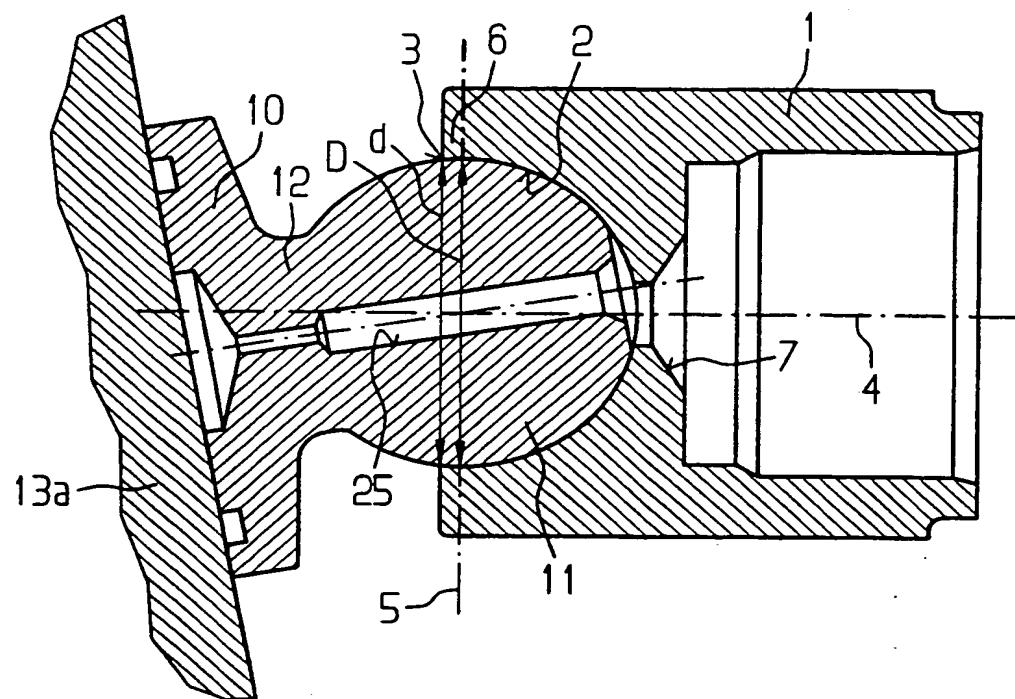


FIG 5C



6/6

FIG 6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte onal Application No  
PCT/EP 98/01687

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 F01B3/00 F04B1/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F01B F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 21 32 252 A (RENAULT) 3 February 1972 cited in the application see figure 1 see claims 1-3 see page 12, paragraph 2 - paragraph 3 ---	1
A	EP 0 371 834 A (APPLIC MACH MOTRICES) 6 June 1990 see figure 1 see abstract see page 3, line 30 - line 50 ---	1,5,13
A	DE 34 06 782 A (LINDE AG) 30 August 1984 see figure 1 see abstract see claims 8-10 see page 7, line 10 - line 23 -----	1-3,5,13

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 July 1998

Date of mailing of the international search report

15/07/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wassenaar, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/01687

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 2132252 A	03-02-1972	FR	2094705 A	04-02-1972
		GB	1354985 A	05-06-1974
		US	3787128 A	22-01-1974
EP 0371834 A	06-06-1990	FR	2639560 A	01-06-1990
		DE	68921963 D	04-05-1995
		DE	68921963 T	23-11-1995
		ES	2071673 T	01-07-1995
DE 3406782 A	30-08-1984	NONE		

# INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/01687

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 F01B3/00 F04B1/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F01B F04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>2</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 21 32 252 A (RENAULT) 3. Februar 1972 in der Anmeldung erwähnt siehe Abbildung 1 siehe Ansprüche 1-3 siehe Seite 12, Absatz 2 - Absatz 3 ---	1
A	EP 0 371 834 A (APPLIC MACH MOTRICES) 6. Juni 1990 siehe Abbildung 1 siehe Zusammenfassung siehe Seite 3, Zeile 30 - Zeile 50 ---	1, 5, 13
A	DE 34 06 782 A (LINDE AG) 30. August 1984 siehe Abbildung 1 siehe Zusammenfassung siehe Ansprüche 8-10 siehe Seite 7, Zeile 10 - Zeile 23 -----	1-3, 5, 13



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>3</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Rechercheberichts

8. Juli 1998

15/07/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wassenaar, G

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intell. Inhalten Aktenzeichen

PCT/EP 98/01687

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
DE 2132252 A	03-02-1972	FR	2094705 A		04-02-1972
		GB	1354985 A		05-06-1974
		US	3787128 A		22-01-1974
EP 0371834 A	06-06-1990	FR	2639560 A		01-06-1990
		DE	68921963 D		04-05-1995
		DE	68921963 T		23-11-1995
		ES	2071673 T		01-07-1995
DE 3406782 A	30-08-1984	KEINE			

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**